

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 20 118 A 1**

51 Int. Cl. 7:
F 16 C 33/62
F 16 C 33/34
C 21 D 8/04
C 22 C 38/04

21 Aktenzeichen: 100 20 118.0
22 Anmeldetag: 22. 4. 2000
43 Offenlegungstag: 25. 10. 2001

71 Anmelder:

INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074
Herzogenaurach, DE

72 Erfinder:

Grell, Karl-Ludwig Dipl.-Ing., 91086 Aurachtal, DE;
Grube, Günter Dipl.-Ing. (FH), 91086 Aurachtal, DE;
Müntnich, Leo, 91086 Aurachtal, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

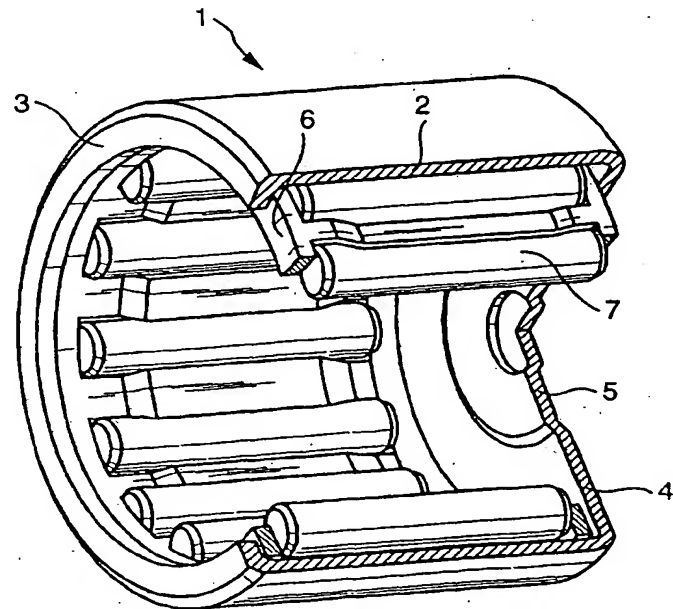
DE 196 22 164 C1
DE 196 10 675 C1
DE 195 47 181 C1
DE 35 28 782 C2
DE 198 34 361 A1
DE 198 26 963 A1
DE 196 34 524 A1
DE 195 29 379 A1
DE 10 34 932 A
US 56 72 014 A
US 56 58 082 A

ALBERT, M., KÖTTRITSCH, H.: Wälzlager, Theorie
und Praxis, Springer-Verlag, Wien, New York,
1987, S. 14;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wälzlagerbauteil

57 Eine spanlos hergestellte Nadelhülse oder Nadelbüchse für ein dünnwandiges Nadellager wird spanlos aus einem Kaltband hergestellt, der ein Vergütungsstahl ist, welcher die im Anspruch 1 aufgeführte chemische Zusammensetzung und die dort genannten mechanischen Kennwerte aufweist. Nach dem Vergüten wird eine Oberflächenhärte von 860 bis 880 HV und eine Kernhärte von 550 bis 650 HV erzielt.



DE 100 20 118 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Anwendungsgebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft spanlos hergestellte dünnwandige Wälzlagerbauteile, wie Wälzlagerlinge, Nadelhülsen oder Nadelbüchsen, die aus einem Kaltband hergestellt sind.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Kaltgewalztes Stahlband wird vielfach zur Herstellung von kaltumgeformten Erzeugnissen verwendet. Die steigenden Anforderungen bezüglich der Anwendungs- und Gebrauchseigenschaften erfordern bessere mechanische, insbesondere Umformeigenschaften. Eine gute Umformbarkeit ist gekennzeichnet durch möglichst hohe, die Tiefziehbarkeit kennzeichnende r -Werte, hohe, die Streckziehbarkeit kennzeichnende n -Werte und hohe, die plane strain-Eigenschaften kennzeichnende Dehnungswerte. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Umformeigenschaften in den verschiedenen Richtungen, insbesondere in der Längs- der Quer- und der Diagonalrichtung möglichst gleich sind, d. h. weitgehend isotrop sind. Die Vorteile isotroper Eigenschaften drücken sich im wesentlichen in einer Gleichmäßigkeit des Stoffflusses und einer Reduzierung des Blechverschchnittes aus (DE 195 47 181 C1).

[0003] In diesem Zusammenhang ist dem Fachmann bekannt, dass sogenannte HK-Lager (Hüllkreislager) wie Nadellager oder Nadelbüchsen eine wälzlagertechnische Besonderheit darstellen, die sich gegenüber massiven Wälzlager radialer Bauart abgrenzen. Diese HK-Lager erhalten ihre Rundheit und Form durch das Einpressen in eine Bohrung und der Hülsenwerkstoff unterliegt somit permanenten Druckspannungen. Diese durch das Einpressen erzeugten Druckspannungen addieren sich zu den beim Betrieb des Lagers entstehenden Lastspannungen, so dass der verwendete Werkstoff hohe Anforderungen zu erfüllen hat. Insbesondere soll er gut umformbar sein und eine Eignung für eine Wärmebehandlung aufweisen, um die gewünschten mechanischen Kennwerte zu erreichen.

[0004] In der DE 10 34 932 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Nadellagers beschrieben, wobei die Laufhülse zunächst mit einem festen Bord hergestellt ist, und in diese offene Hülse ein Käfig mit Wälzkörpern eingeführt wird, bevor durch Umbiegen des zweiten Bordes eine unverlierbare Baueinheit gebildet ist. Danach werden Hülse und Käfig einem gemeinsamen Härtevorgang unterworfen. Nach diesem Stand der Technik werden dünnwandige Außen- bzw. Innenringe für Nadellager aus einem tiefziehfähigen Kaltband spanlos hergestellt, wobei das Kaltband ein Einsatzstahl beispielsweise der Marken CK15, St4, C22, 15Cr3 oder 16MnCr5 ist. Voraussetzung für diesen Herstellprozeß ist eine gleichmäßige, istrope Umformfähigkeit des Kaltbandes. In einzelnen oder mehreren Stufen hintereinander werden die Teile aus dem Band bestimmter Dicke abgestreckt, kalibriert auf eine hohe Maßgenauigkeit und wanddickengleich geformt. Zur Erreichung der Verschleißfestigkeit und der geforderten Tragfähigkeit werden diese ausgeformten Teile einsatzgehärtet. Dies erfolgt durch eine Aufkohlung ohne oder mit Stickstoffzugabe (Karbonitrierung) in sogenannten Einsatzhärteöfen bei Temperaturen zwischen 830 und 930°C. Je nach erforderlicher Einhärtetiefe bedeutet dies eine Wärmebehandlung bis 2 Stunden und mehr.

[0005] Bekannt sind auch Herstellungsverfahren für Nadellager, bei denen die ausgeformte Hülse nach dem Härten am sog. Bördelbord nochmals induktiv angelassen wird, um

den Käfig einschieben, bevor der Bördelbord anschließend wieder umgelegt wird. Dieser induktive Anlaßprozeß ist aber sehr aufwendig und damit teuer und beeinflusst die gesamte Maß- und Formgenauigkeit sowie die Ribbildung im Bördelbereich negativ.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen gut umformfähigen, sich für eine Wärmebehandlung eignenden Werkstoff zu entwickeln, der sich insbesondere für den speziellen Anwendungsfall dünnwandiger Nadellager hervorragend eignet.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass das Kaltband ein Vergütungsstahl mit nachstehenden mechanischen Kennwerten ist:

- eine Zugfestigkeit $\leq 480 \text{ N/mm}^2$
- eine Bruchdehnung $\geq 24\%$
- eine Streckgrenze $\leq 380 \text{ N/mm}^2$
- einen Anisotropie-Wert R von 0,85 bis 1,05, mit einem $\Delta R_{\max} = 0,3 \text{ mm}$

und das kaltumgeformte Wälzlagerbauteil nach dem Vergüten eine Oberflächenhärte von $\geq 700 \text{ HV}$ und eine Kernhärte von $\leq 650 \text{ HV}$ aufweist.

[0008] Die aus dem Kaltband gefertigten Wälzlagerbauteile, wie beispielsweise Hülsen bzw. Büchsen werden mit oder ohne kompletter Befüllung mittels Kurzzeiterwärmung in einem Durchlaufhärteofen mit einer aufkohlenden Schutzatmosphäre innerhalb von wenigen Minuten, bis zu maximal 30 Minuten, austenitisiert, wobei eine geringfügige Entkohlung vom Kaltband durch eine aufkohlende Schutzgasatmosphäre ausgeglichen wird. Eine verstärkte Zufuhr von Kohlenstoff oder Stickstoff mittels gezielter Aufkohlungsatmosphäre führt nun zu einer Oberflächenhärte am Endbauteil von mindestens 700 HV und einen bestimmten Volumenanteil von Restaustenit und Martensit. Die neue charakteristische Eigenschaft dieses vergüteten Bauteils besteht darin, dass die tiefergehenden Werkstoffschichten aufgrund ihrer Legierungszusammensetzung in Abhängigkeit von Wanddicke und Abschreckbedingungen eine tragfähige Vergütungsfestigkeit mit hinreichender Plastifizierbarkeit erhalten.

[0009] Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 beschrieben.

[0010] So ist nach einem weiteren Merkmal gemäß Anspruch 2 vorgesehen, dass der Vergütungsstahl nachstehende chemische Zusammensetzung aufweist:

- 0,30 - 0,55% C
- max. 0,15% Si
- 0,3 - 1,0% Mn
- max. 0,15% Mo
- max. 0,50% Cr
- max. 0,015% P
- max. 0,005% S
- max. 0,20% Cu
- max. 0,20% Ni
- max. 0,005% Sn
- max. 0,002% Sb
- 0,60 - 1,25% Summe Cu, Ni, Mn, Cr
- 0,002 - 0,080% Summe Al, Ti, Nb,
- 0,004 - 0,010% N₂

[0011] Nach einem anderen Merkmal der Erfindung gemäß Anspruch 3 soll die Oberflächenhärte 860-880 HV und

die Kernhärte 550–650 HV betragen.

[0012] Nach Anspruch 4 ist vorgesehen, dass das Kaltband in Abhängigkeit von seiner Wanddicke nachstehende chemische Zusammensetzung aufweist:

0,6–1,1 mm: 0,30–0,40% C, max. 0,10% Si, 0,4–0,6% Mn, max. 0,05% Mo, 0,20–0,30% Cr, 0,015% P, 0,005% S,
1,1–1,8 mm: 0,30–0,50% C, max. 0,10% Si, 0,6–0,8% Mn, max. 0,05% Mo, 0,20–0,30% Cr, 0,015% P, 0,005% S,
1,8–3,5 mm: 0,40–0,55% C, 0,10% Si, 0,8–1,0% Mn, 0,15% Mo,
0,30–0,40% Cr, 0,015% P, 0,005% S.

[0013] Da die Härtebarkeit, wie dem Fachmann bekannt, von der chemischen Zusammensetzung und der Wanddicke des Kaltbandes abhängig ist, wird durch die Abstufung der Legierungselemente erreicht, dass bei allen Stärken des Kaltbandes immer die gewünschte Kernhärte von 550–650 HV erreicht wird.

[0014] Aus den Ansprüchen 5 und 6 geht hervor, dass der Käfig aus einem Einsatzstahl der Marke St3, Ck15 oder C22 besteht und die Wälzkörper aus einem durchhärtenden Stahl der Marke 100Cr6 gefertigt sind. Wird die gesamte Lagerbaueinheit der Wärmebehandlung unterzogen, so führt das beim Käfig zu einer steigenden Verschleißfestigkeit und auch zu einer Verbesserung der zu ertragenden Dauerschwingbeanspruchungen. Die Wälzkörper wie Nadeln oder Kugeln aus 100Cr6 werden durch das beschriebene Wärmebehandlungsverfahren ebenfalls nochmals hinreichend gehärtet und erleiden so keinen Nachteil. Insgesamt wird durch die Kombination von Werkstoff- und Wärmebehandlungsverfahren ein verzugsarmes Lager geschaffen, welches sich durch eine wirtschaftliche Fertigung auszeichnet.

[0015] Um die gewünschten mechanischen Eigenschaften der Wälzlagerbauteile zu erhalten, ist nach Anspruch 7 vorgesehen, dass die Austenitisierung in einer aufkohlenden oder aufkohlenden/aufstickenden Schutzgasatmosphäre bei 840–870°C innerhalb von maximal 30 Minuten erfolgt.

[0016] Aus Anspruch 8 geht hervor, dass das Anlassen in einem Temperaturbereich von 180–280°C erfolgt, so dass ein Gefügemengende aus Martensit und Austenit entsteht und entsprechend des Volumenanteils Austenit zu Martensit eine steuerbare Maß- und Formänderung des Teils erreicht werden kann, da bei höherer Anlaßtemperatur der Austenit in Martensit umgewandelt und unterschiedliche spezifische Atomgitterdicken vorliegen.

[0017] Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0018] Die einzige Figur zeigt eine perspektivisch dargestellte Nadelhülse.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0019] Die in der Figur gezeigte und mit 1 bezeichnete Nadelbüchse weist einen Radialabschnitt 2 mit kreisringförmigem Profil auf, der an einem Ende in den radial nach innen gerichteten Bord 3 übergeht und am anderen Ende durch den Boden 4 verschlossen ist. Zwischen dem mit der Erhebung 5 versehenen Boden 4 und dem Bord 3 wälzen im Käfig 6 geführte Lagernadeln 7 ab. Derartige Nadelbüchsen 1 schließen Lagerstellen an Wellenenden ab.

[0020] Die Nadelbüchse 1 ist durch mehrere Umformschritte spanlos aus einem 1,2 mm dicken Kaltband aus einem Vergütungsstahl mit nachstehender chemischer Zusammensetzung geformt: 0,40% c, 0,10% Si, 0,5% Mn, 0,10%

Mo, 0,3% Cr, 0,01% P, 0,005% S, 0,1% Cu, 0,1% Ni, 0,005% Sn, 0,002% Sb, wobei die Summe von Cu, Ni, Mn und Cr bei 1,02% gelegen hat. Außerdem waren feinkornstabilisierende Elemente wie Aluminium, Titan und Niob mit einem Summenwert von 0,06% vorhanden. Der Käfig 6 war aus einem Einsatzstahl der Marke St3 hergestellt, während die Lagernadeln 7 aus einem durchhärtenden Stahl der Marke 100Cr6 gefertigt waren. Nach dem Einlegen von Käfig 6 mit Lagernadeln 7 in die Nadelbüchse 1, wurde der Bord 3 umgebördelt, so dass eine unverlierbare Baueinheit gebildet war.

[0021] Die mit Lagernadeln 7 und Käfig 6 bestückte Nadelbüchse 1 wurde nun einer Härtebehandlung unterworfen, wobei das Komplettbauteil bei 850° 25 Minuten auf Härte-temperatur gehalten und anschließend abgeschreckt wurde. Nach dem Härtevorgang wurde ein Anlaßprozeß angeschlossen, um die Zähigkeit der Nadelbüchse zu verbessern. Dabei wurde die Baueinheit auf etwa 200° gebracht und einige Zeit gehalten. Eine durchgeführte Messung an der Nadelbüchse hat ergeben, dass eine Oberflächenhärte von 810 HV und eine Kernhärte von 600 HV ausgewiesen ist.

Bezugszeichen

- 1 Nadelbüchse
- 2 Radialabschnitt
- 3 Bord
- 4 Boden
- 5 Erhebung
- 6 Käfig
- 7 Lagernadeln

Patentansprüche

1. Spanlos hergestellte dünnwandige Wälzlagerbauteile, wie Wälzlageringringe, Nadelhülsen oder Nadelbüchsen (1), die aus einem Kaltband hergestellt sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Kaltband ein Vergütungsstahl mit nachstehenden mechanischen Kennwerten ist:

- eine Zugfestigkeit $\leq 480 \text{ N/mm}^2$
- eine Bruchdehnung $\geq 24\%$
- eine Streckgrenze $\leq 380 \text{ N/mm}^2$
- einen Anisotropie-Wert R von 0,85 bis 1,05, mit einem $\Delta R_{\max} = 0,3 \text{ mm}$

und das kaltumgeformte Wälzlagerbauteil nach dem Vergüten eine Oberflächenhärte von $\geq 700 \text{ HV}$ und eine Kernhärte von $\leq 650 \text{ HV}$ aufweist.

2. Wälzlagerbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergütungsstahl nachstehende chemische Zusammensetzung aufweist:

- 0,30–0,55% C
- max. 0,15% Si
- 0,3–1,0% Mn
- max. 0,15% Mo
- max. 0,50% Cr
- max. 0,015% P
- max. 0,005% S
- max. 0,20% Cu
- max. 0,20% Ni
- max. 0,005% Sn
- max. 0,002% Sb
- 0,60–1,25% Summe Cu, Ni, Mn, Cr
- 0,002–0,080% Summe Al, Ti, Nb,
- 0,004–0,010% N₂

3. Wälzlagerbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenhärte 860–880 HV und die Kernhärte 550–650 HV beträgt.

4. Wälzlagerbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kaltband in Abhängigkeit von seiner Wanddicke nachstehende chemische Zusammensetzung aufweist:

0,6–1,1 mm: 0,30–0,40% C, max. 0,10% Si, 0,4–0,6% Mn,

max. 0,05% Mo, 0,20–0,30% Cr, 0,015% P, 0,005% S,
1,1–1,8 mm: 0,30–0,50% C, max. 0,10% Si, 0,6–0,8% Mn,

max. 0,05% Mo, 0,20–0,30% Cr, 0,015% P, 0,005% S,
1,8–3,5 mm: 0,40–0,55% C, 0,10% Si, 0,8–1,0% Mn,
0,15% Mo, 0,30–0,40% Cr, 0,015% P, 0,005% S.

5. Nadellager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Käfig (6) aus einem Einsatzstahl der Marke St3, Ck15 oder C22 besteht.

6. Nadellager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wälzkörper (7) aus einem durchhärtenden Stahl der Marke 100Cr6 gefertigt sind.

7. Verfahren zur thermochemischen Behandlung von Wälzlagerbauteilen (1, 6, 7) nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Austenitisierung in einer aufkohlenden oder aufkohlenden/aufstickenden Schutzgasatmosphäre bei 840–870°C innerhalb von maximal 30 Minuten erfolgt.

8. Verfahren zur thermochemischen Behandlung von Wälzlagerbauteilen (1, 6, 7) nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Anlassen in einem Temperaturbereich von 180–280°C erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

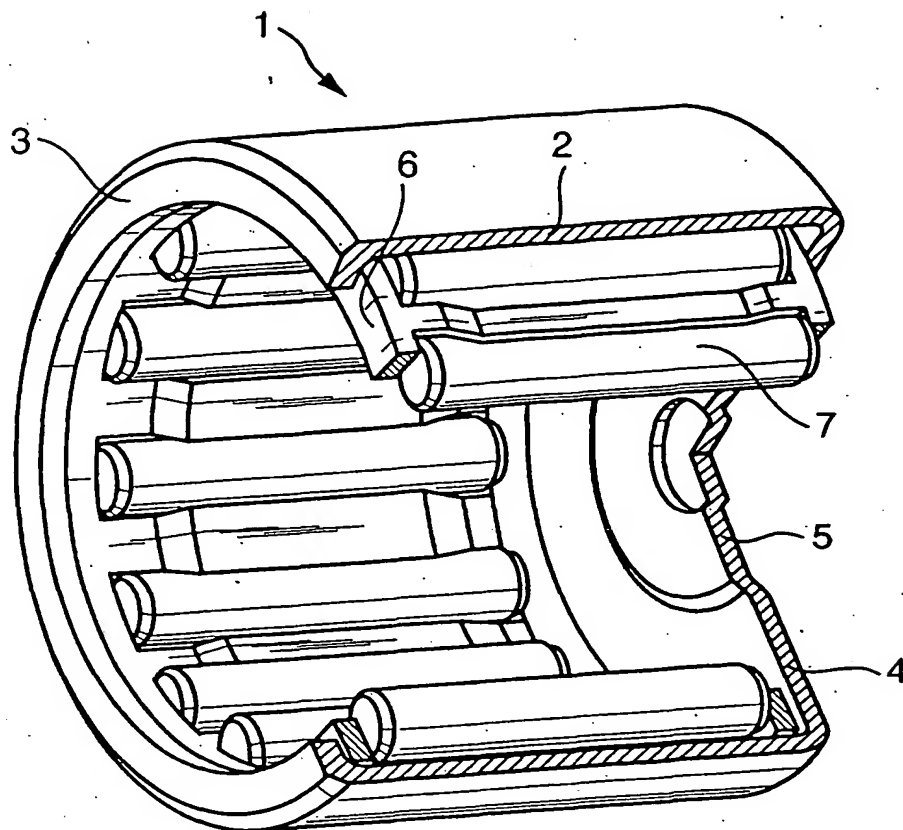
55

60

65

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.